

**EVALUACIÓN DE LA FACTIBILIDAD AMBIENTAL Y ECONÓMICA
PARA LA CREACIÓN DE UNA PLANTA APROVECHADORA DE
NEUMÁTICOS USADOS EN LA CIUDAD DE GUARANDA Y SUS
ALREDEDORES.**

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK

FACULTAD DE INGENIERIA Y CIENCIAS APLICADAS

Trabajo de Fin de Carrera Titulado:

**“EVALUACIÓN DE LA FACTIBILIDAD AMBIENTAL Y ECONÓMICA
PARA LA CREACIÓN DE UNA PLANTA APROVECHADORA DE
NEUMÁTICOS USADOS EN LA CIUDAD DE GUARANDA Y SUS
ALREDEDORES”**

Realizado por:

DIEGO TARSICIO VELOZ GONZÁLEZ

Director de tesis:

KATTY VERÓNICA CORAL CARRILLO

Como requisito para la obtención del título de:

INGENIERO AMBIENTAL

Quito, 26 de enero de 2022

**EVALUACIÓN DE LA FACTIBILIDAD AMBIENTAL Y ECONÓMICA
PARA LA CREACIÓN DE UNA PLANTA APROVECHADORA DE
NEUMÁTICOS USADOS EN LA CIUDAD DE GUARANDA Y SUS
ALREDEDORES.**

DECLARACIÓN JURAMENTADA

Yo, DIEGO TARCISIO VELOZ GONZÁLEZ, con cédula de identidad 0201986908, declaro bajo juramento que el trabajo aquí desarrollado es de mi autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado a calificación personal; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración, cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su reglamento y por la normativa institucional vigente.



Diego Tarcisio Veloz González
C.I: 0201986908

**EVALUACIÓN DE LA FACTIBILIDAD AMBIENTAL Y ECONÓMICA
PARA LA CREACIÓN DE UNA PLANTA APROVECHADORA DE
NEUMÁTICOS USADOS EN LA CIUDAD DE GUARANDA Y SUS
ALREDEDORES.**

DECLARATORIA

El presente trabajo de titulación titulado:

**“EVALUACIÓN DE FACTIBILIDAD PARA LA CREACIÓN DE UNA
PLANTA APROVECHADORA DE NEUMÁTICOS USADOS EN LA CIUDAD
DE GUARANDA Y SUS ALREDEDORES”**

Realizado por:

DIEGO TARCISIO VELOZ GONZÁLEZ

como Requisito para la Obtención del Título de:

INGENIERO AMBIENTAL

ha sido dirigido por la profesora

KATTY VERÓNICA CORAL CARRILLO

quien considera que constituye un trabajo original de su autor.



Firmado electrónicamente por:
**KATTY VERONICA
CORAL CARRILLO**

FIRMA

**EVALUACIÓN DE LA FACTIBILIDAD AMBIENTAL Y ECONÓMICA
PARA LA CREACIÓN DE UNA PLANTA APROVECHADORA DE
NEUMÁTICOS USADOS EN LA CIUDAD DE GUARANDA Y SUS
ALREDEDORES.**

LOS PROFESORES INFORMANTES

Los Profesores Informantes:

ALBERTO AGUIRRE

JESÚS LÓPEZ

Después de revisar el trabajo presentado,

lo han calificado como apto para su defensa oral ante

el tribunal examinador

JESUS
LOPEZ
VILLADA

Firmado digitalmer
por JESUS LOPEZ
VILLADA
Fecha: 2022.02.01
15:27:34 -05'00'

FIRMA



FIRMA

Quito, 26 de enero de 2022

EVALUACIÓN DE LA FACTIBILIDAD AMBIENTAL Y ECONÓMICA PARA LA CREACIÓN DE UNA PLANTA APROVECHADORA DE NEUMÁTICOS USADOS EN LA CIUDAD DE GUARANDA Y SUS ALREDEDORES.

DEDICATORIA

El presente trabajo lo dedico principalmente a Dios, por ser el inspirador y haberme dado las fuerzas para continuar en este proceso y poder obtener uno de los objetivos más anhelados.

A mis padres, Tarcisio y Nancy por su apoyo incondicional, su trabajo y amor durante todos estos años , gracias a ustedes he logrado cumplir esta meta y convertirme en lo que soy. He sentido el orgullo y el privilegio de ser su hijo, son los mejores padres del mundo.

A mi hermanita Adry quien ha sabido guiarme y apoyarme incondicionalmente durante los momentos más difíciles de esta etapa.

A Manuela, mi novia, quien con su paciencia, comprensión y motivación ha sido un apoyo importate en este camino, enseñándome que nada en la vida es imposible. Se que juntos conseguiremos cosas grandes.

EVALUACIÓN DE LA FACTIBILIDAD AMBIENTAL Y ECONÓMICA PARA LA CREACIÓN DE UNA PLANTA APROVECHADORA DE NEUMÁTICOS USADOS EN LA CIUDAD DE GUARANDA Y SUS ALREDEDORES.

AGRADECIMIENTO

Este trabajo realizado agradezco principalmente a Dios por estar a mi lado y acompañarme en el transcurso de mi vida, por brindarme sabiduría y ayudarme a cumplir este objetivo.

Un agradecimiento especial a mis padres y mi hermanita por haberme apoyado incondicionalmente y nunca dejar de creer en mí, por ser ese pilar tan importante a lo largo de mi vida.

Agradezco el haber conocido personas maravillosas a quienes puedo llamarlos amigos, gracias por ser parte de este logro, siempre podrán contar conmigo.

Agradezco a los docentes de la carrera de Ingeniería Ambiental de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Aplicadas de la Universidad Internacional SEK, por haberme guiado durante este proceso y poder alcanzar este anhelado objetivo.

Finalmente quiero expresar mi más sincero agradecimiento a la Ing. Katty Coral principal guía durante este proceso, quien con su dirección, conocimiento, enseñanza y colaboración permitió el desarrollo de este trabajo, y principalmente poder culminar esta etapa.

EVALUACIÓN DE LA FACTIBILIDAD AMBIENTAL Y ECONÓMICA PARA LA CREACIÓN DE UNA PLANTA APROVECHADORA DE NEUMÁTICOS USADOS EN LA CIUDAD DE GUARANDA Y SUS ALREDEDORES.

Resumen

El trabajo investigativo tuvo como objetivo evaluar la factibilidad ambiental y económica, para la creación de una empresa aprovechadora de neumáticos en la ciudad de Guaranda y sus alrededores, utilizando trituración como medio de recuperación. La planta tendrá como misión el reciclaje de los neumáticos fuera de uso en el sector para obtener Grano de Caucho Reciclado de alta calidad (GCR). Además, el GCR, separará dos subproductos: acero y nylon actividad que representa una contribución ambiental, social y económica. La inversión total requerida del proyecto es de \$ 542392 dólares USA, que corresponde a gastos de constitución de la empresa, adecuación de la infraestructura, transporte y maquinaria; mediante el análisis financiero se obtuvo que la inversión inicial será recuperada en un período de cinco años, cuatro meses diecisiete días y que los gastos de producción serán solventados en su totalidad por los ingresos económicos a la empresa quedando aun así un beneficio neto de \$ 26857 dólares anuales lo que confirma que es viable económicamente y una excelente oportunidad de negocio. Analizando el ámbito ambiental, la creación de la planta aprovechadora generará un impacto ambiental negativo poco significativo lo que es normal en cualquier proceso de producción, sin embargo, los beneficios ambientales que representa son mayores contribuyendo al medio con la minimización de neumáticos usados en la ciudad y sus alrededores y reintegrándolos a procesos productivos cerrando el ciclo de producción, (Economía Circular) generando un impacto ambiental positivo en su entorno; y a su vez ayuda con la generación de nuevas plazas de trabajo, siendo parte de un nuevo mercado que aporta con la economía y sostenibilidad del país.

Palabras clave: ambiente, factibilidad, impacto ambiental, neumáticos, planta aprovechadora.

EVALUACIÓN DE LA FACTIBILIDAD AMBIENTAL Y ECONÓMICA PARA LA CREACIÓN DE UNA PLANTA APROVECHADORA DE NEUMÁTICOS USADOS EN LA CIUDAD DE GUARANDA Y SUS ALREDEDORES.

Abstract

The objective of the investigative work was to evaluate the environmental and economic feasibility for the creation of a tire utilization company in the city of Guaranda and its surroundings, using shredding as a means of recovery. The plant's mission will be to recycle end-of-life tires in the sector to obtain high quality Recycled Rubber Grain (GCR). In addition, the GCR will separate two by-products: steel and nylon, an activity that represents an environmental, social and economic contribution. The total investment required for the project is \$ 542,392 US dollars, which corresponds to expenses for the establishment of the company, adaptation of the infrastructure, transportation and machinery; Through the financial analysis, it was obtained that the initial investment will be recovered in a period of five years, four months, seventeen days and that the production expenses will be fully paid by the economic income to the company, still leaving a net profit of \$ 26,857 dollars per year which confirms that it is economically viable and an excellent business opportunity. Analyzing the environmental scope, the creation of the utilization plant will generate a negligible negative environmental impact, which is normal in any production process, however, the environmental benefits it represents are greater, contributing to the environment with the minimization of used tires in the city. and its surroundings and reintegrating them into production processes, closing the production cycle, (Circular Economy) generating a positive environmental impact on their surroundings; and in turn helps with the generation of new jobs, being part of a new market that contributes to the economy and sustainability of the country.

Key words: environment, feasibility, environmental impact, tire, harvesting plant.

EVALUACIÓN DE LA FACTIBILIDAD AMBIENTAL Y ECONÓMICA PARA LA CREACIÓN DE UNA PLANTA APROVECHADORA DE NEUMÁTICOS USADOS EN LA CIUDAD DE GUARANDA Y SUS ALREDEDORES.

Introducción.

Mundialmente se producen millones de toneladas de residuos sólidos, entre ellos destacan las llantas usadas (conocidos como Neumáticos fuera de uso-NFU), que tienen en promedio dos años para su recambio y el tiempo de degradación es alrededor de 100 años; las llantas actualmente son enterradas, incineradas a cielo abierto o en hornos industriales incluso en los del sector de los alimentos, contaminando el ambiente y poniendo en peligro la salud pública (Cardona, 2016).

De acuerdo con la Organización Internacional de Constructores de Automóviles OICA, 2015, la producción de vehículos en el mundo alcanzó los 89,5 millones de vehículos en 2014, es decir, se presentó un incremento del 3% con respecto al año 2013.

A nivel mundial se presenta una problemática ambiental debido al incremento en la demanda del parque automotor, por ende, un aumento en la producción y comercialización de llantas. Lo anterior, representa un crecimiento en la generación de llantas en desuso, que sin el manejo adecuado se convierten en residuos sólidos contaminantes (López & Pineda, 2017).

Los neumáticos fuera de uso representan un componente de contaminación a gran escala, debido al actual crecimiento de los neumáticos por su utilización en la industria automotriz y de transporte, el cual es generado por su inadecuado desecho o almacenamiento luego de terminada su vida útil. Por su errado proceso de disposición, muchas de ellas llegan a los rellenos sanitarios, donde, debido a su volumen, ocupan demasiado espacio, además de que se convierten

EVALUACIÓN DE LA FACTIBILIDAD AMBIENTAL Y ECONÓMICA PARA LA CREACIÓN DE UNA PLANTA APROVECHADORA DE NEUMÁTICOS USADOS EN LA CIUDAD DE GUARANDA Y SUS ALREDEDORES.

en hábitat para la incubación de insectos transmisores de enfermedades contagiosas, como el dengue, el zika o el chicunguña, mencionando también que algunas son quemadas y otras son almacenadas a cielo abierto incontroladamente lo que genera una contaminación adicional a lagos, ríos y lugares comunes (Polanía & Medina, 2016).

La mala disposición de las llantas usadas en sitios públicos, cuando estas cumplen su vida útil, es uno de los problemas crecientes que enfrenta el mundo, con mayor tendencia en los países en vías de desarrollo, dado que no existen políticas claras con relación a la disposición final de estos materiales, así como los responsables de velar por el control y el cumplimiento de dichas políticas (Palacio & Vargas, 2017).

Cada año se desechan millones de llantas en todo el mundo, no obstante, el impacto que estos materiales tienen en el medio ambiente está lejos de ser conocido por los ciudadanos, haciendo de la situación un problema más grave y con pocas herramientas de control al no existir, por parte de los actores involucrados, tanto en la cadena de producción como en los consumidores, una normativa clara e incluso instrumentos de pedagogía, que ayuden a generar una mayor concientización del daño que se le está causando al planeta en general (Palacio & Vargas, 2017).

Atenuar este problema va más allá de solo deshacerse de los NFU, ya que la mejor alternativa es convertirlo en materia prima para diversos productos como la elaboración de pisos, canchas de juegos, como componente en la mezcla de aditivos para automóvil, en mezclas asfálticas y demás productos (Saavedra & Guilombo, 2017).

El reciclado del neumático utiliza diversos métodos para poder aprovechar al máximo el material; uno de los procesos con mayor frecuencia es la trituración mecánica en donde se pulveriza

EVALUACIÓN DE LA FACTIBILIDAD AMBIENTAL Y ECONÓMICA PARA LA CREACIÓN DE UNA PLANTA APROVECHADORA DE NEUMÁTICOS USADOS EN LA CIUDAD DE GUARANDA Y SUS ALREDEDORES.

el neumático, consiguiendo el producto sin impurezas y de alta calidad para la utilización de nuevos procesos y aplicaciones (Cerezo & Espinoza, 2015).

El principal producto obtenido del proceso de reciclado de neumáticos es el caucho granulado, que es el mayor insumo para la fabricación de césped sintético. Este producto alienta la sustitución de la importación del molido de goma y al mismo tiempo contribuye a la exportación de canchas sintéticas y pisos deportivos (CEAMSE, 2015).

En la actualidad, España ha normalizado el uso de “ligantes como las partículas de caucho” en la composición del asfalto presente en las carreteras. El futuro de las carreteras sostenibles pasará por la normalización de las mezclas bituminosas que contengan caucho y otros materiales reciclados, unida a otras técnicas de fabricación que permitan reducir la emisión de gases contaminantes y la “autocicratización” del pavimento (EFEverde, 2015).

En el Ecuador cada año se desechan alrededor de 2.4 millones de neumáticos, muchos de estos no tienen uso posterior y son incinerados o depositados en basureros al aire libre, representando un grave problema de salud por las emisiones de sustancias tóxicas y una amenaza para al ambiente. Los consumidores casi nunca tienen claro lo que sucede con los neumáticos que ya no sirven, porque se considera que es basura, tratándola actualmente como tal; sin involucrarse como ciudadanos en el perjuicio ambiental que puede ocasionar el desecho de estos (Castro, 2015).

Diario El Comercio (2015) afirma que *“Ecuador se ha declarado en el año 2015 como el año del reciclaje, debido al cronograma de actividades planificadas para promover la cultura del reciclaje”*. *“El año pasado se recuperaron 578.505 neumáticos en el país, además de 587.299 celulares en desuso, entre 2013 y 2014. Uno de los retos de las autoridades es conseguir que hasta el 2017 se cierren todos los botaderos a cielo abierto del país”* (El Comercio, 2015).

EVALUACIÓN DE LA FACTIBILIDAD AMBIENTAL Y ECONÓMICA PARA LA CREACIÓN DE UNA PLANTA APROVECHADORA DE NEUMÁTICOS USADOS EN LA CIUDAD DE GUARANDA Y SUS ALREDEDORES.

Uno de los principales problemas que afrontan los municipios del país, es la falta de infraestructura de los botaderos de basura. Por este motivo la idea de reciclar y tratar de producir cierto tipo de producto con estos materiales, es una idea innovadora, ya que, no solo reduciría los costos de producción, si no, que también ayudaría a la mejora del entorno. (Castro, 2015).

La política nacional sobre gestión integral de Neumáticos Fuera de Uso (NFU) del Ministerio del Ambiente ha permitido que, a la fecha, 600.000 unidades de neumáticos ingresen en nuevos procesos productivos, entre ellos el polvo de caucho, utilizado con el objetivo de mejorar las carreteras de nuestro país mediante la aplicación de asfalto modificado (ANDES, 2015). El Acuerdo Ministerial 142 considera a los neumáticos usados o parte de los mismos como desecho especial. El Acuerdo Ministerial 98 se considera como ley propia para la Gestión Integral de Neumáticos Usados.

El mercado del caucho reciclado, y en especial como mezcla bituminosa, es un sector casi no explotado en el país, por lo que las empresas dispuestas a invertir en este tipo de proyectos, que tienden a la sostenibilidad del ambiente, entran automáticamente en auge dentro de la corriente “sociedad del reciclaje” (Castro, 2015) y de la Economía Circular.

Diario El Telégrafo (2011) afirma que “el gobierno piensa ayudar a los microempresarios y artesanos con el financiamiento de equipos de vulcanización que pueden llegar a costar hasta 1000 dólares, todo esto con el fin de que se les dé un buen uso a los neumáticos para que estos puedan ser usados en el reciclaje luego de haber cumplido con su vida útil”. En la actualidad existen 50 vulcanizadoras en Guaranda y Ambato que ya son partícipes de este programa, pero el Ecuador posee alrededor de 1200 vulcanizadoras. El proceso de reencauche no es muy complejo y puede tardar hasta cuatro días, este puede ser repetido en 3 ocasiones y tiene un costo de 200 dólares en

EVALUACIÓN DE LA FACTIBILIDAD AMBIENTAL Y ECONÓMICA PARA LA CREACIÓN DE UNA PLANTA APROVECHADORA DE NEUMÁTICOS USADOS EN LA CIUDAD DE GUARANDA Y SUS ALREDEDORES.

relación con que una llanta nueva que cuesta 500 dólares. Según el representante de la Federación Nacional de Transporte Pesado, el uso de neumáticos reencauchados en sus vehículos es un ahorro y este producto es de calidad (El Telégrafo, 2011).

Como se mencionó, en el país se desechan 2,4 millones de neumáticos en el año, de los cuales apenas el 1% del valor son utilizados para el reencauche, he ahí el interés por construir infraestructuras en la que los neumáticos usados puedan ser reciclados y utilizar todos sus componentes para la fabricación de nuevos productos que sean reintegrados en el mercado (Diario El Universo, 2021).

Adicionalmente a la ventaja que es contribuir con el ambiente, el reciclaje de llantas fuera de uso es un camino innovador para nuevos emprendedores que busquen crear empresas en las que sea posible comercializar los productos obtenidos de todas las partes del neumático usado, esto ayudaría al país creando nuevas plazas de trabajo y a su vez generando oportunidad de inversión para empresarios nacionales e internacionales.

En la zona estudiada, se encontraron 28 vulcanizadores y 16 tecnicentros (centros de venta y enllantaje de neumáticos), no existe una empresa que se dedique al reciclaje o tratamiento de estos productos una vez que han cumplido su vida útil. Además, en Guaranda y sus alrededores al no contar con un relleno sanitario, los NFU van a terminar, la mayoría de las veces, en los botaderos a cielo abierto o en su defecto son almacenados en los domicilios de gran parte de los ciudadanos.

La creación de una planta aprovechadora de neumáticos usados es una estrategia que ayuda a minimizar el impacto ambiental en la ciudad de Guaranda y sus alrededores y conjuntamente generar ingresos, esto es la principal motivación y justificación del presente trabajo conocer si es

EVALUACIÓN DE LA FACTIBILIDAD AMBIENTAL Y ECONÓMICA PARA LA CREACIÓN DE UNA PLANTA APROVECHADORA DE NEUMÁTICOS USADOS EN LA CIUDAD DE GUARANDA Y SUS ALREDEDORES.

rentable darles un tratamiento a los neumáticos usados y convertirlos en materia prima para elaborar productos nuevos.

De acuerdo con lo expuesto anteriormente, como hipótesis de trabajo se planteó: La creación de una planta de reciclaje de neumáticos, para la generación de nuevos productos, en la ciudad de Guaranda y sus alrededores conociendo que anualmente se desechan aproximadamente 23000 neumáticos, lo cual demostró brindar un rendimiento económico para mantener la fábrica y una solución efectiva a la problemática ambiental.

Por tal motivo el objetivo principal de la investigación fue evaluar la factibilidad mediante una matriz de valoración de impactos y justificación de inversión requerida para la creación de una planta de reciclaje de neumáticos que sirva a la ciudad de Guaranda y sus alrededores. Como objetivos específicos se estableció: (1) identificar la cantidad de neumáticos fuera de uso disponibles para ser reciclados en la planta aprovechadora mediante la obtención de datos del parque automotor y generación de los NFU en los diferentes servicios que brindan las vulcanizadoras y Tecnicentros de la ciudad de Guaranda y sus alrededores con el fin de obtener una muestra anual de la materia prima disponible, (2) diseñar la planta aprovechadora de neumáticos usados, mediante la utilización del Software AutoCAD y un esquema del proceso de reciclaje para tener claro la secuencia que van a seguir los NFU y la maquinaria necesaria para llevarlo a cabo, (3) identificar los impactos ambientales generados en la planta aprovechadora de los neumáticos fuera de uso mediante un acercamiento al estudio de impacto ambiental evaluando el nivel de significancia de estos para la elaboración de la matriz de Leopold y (4) evaluar la viabilidad económica del proyecto mediante el cálculo de costos e ingresos anuales para la justificación de la inversión requerida.

EVALUACIÓN DE LA FACTIBILIDAD AMBIENTAL Y ECONÓMICA PARA LA CREACIÓN DE UNA PLANTA APROVECHADORA DE NEUMÁTICOS USADOS EN LA CIUDAD DE GUARANDA Y SUS ALREDEDORES.

Materiales y métodos.

Área de estudio

La provincia de Bolívar se encuentra ubicada en el centro del país, cuenta con una población aproximada de 209933 habitantes y una extensión de 4.148 km² conformada por siete cantones de los cuáles tres de ellos son tomados para el desarrollo de la tesis: Guaranda, San Miguel y Chimbo (INEC, 2010).

Guaranda es el cantón más grande y poblado de la provincia de Bolívar con una población aproximada de 81643 habitantes y una superficie total de 519,56 km², el segundo cantón más poblado de la provincia es San Miguel tiene 81643 habitantes aproximadamente y por último tenemos a Chimbo el cuál se encuentra situado en el centro de la provincia y cuenta con una superficie de 262 km² y una población aproximada de 17406 habitantes. Mediante el análisis poblacional de los tres cantones objeto de estudio tenemos una población total aproximada de 126293 habitantes (INEC, 2010).



Gráfico 1. Área de estudio. Población de Guaranda, San Miguel y Chimbo.
Realizado por: Veloz, 2022

EVALUACIÓN DE LA FACTIBILIDAD AMBIENTAL Y ECONÓMICA PARA LA CREACIÓN DE UNA PLANTA APROVECHADORA DE NEUMÁTICOS USADOS EN LA CIUDAD DE GUARANDA Y SUS ALREDEDORES.

Metodología

En primer término, se analizaron los datos obtenidos bibliográficamente del INEC durante el año 2015 que es la fecha de la última actualización del parque automotriz de la provincia de Bolívar, se tomó como indicador el número de habitantes y así se obtuvo un valor aproximado de vehículos matriculados en las ciudades de Guaranda, San Miguel y Chimbo obteniendo un valor promedio anual de vehículos pertenecientes a este sector, posteriormente se realizó una entrevista a los propietarios de las diferentes vulcanizadoras y tecnicentros de la localidad para conocer la generación mensual máxima y mínima de NFU que llegan a sus manos por los diferentes servicios brindados a los automóviles del sector; una vez obtenidos ambos resultados se determinó una muestra proporcional de la cantidad de neumáticos usados disponibles como materia prima para la planta de reciclaje.

A continuación, se utilizó el Software AutoCAD, para el diseño de la planta, se lo realizó con base a los datos obtenidos en el apartado anterior determinando así el área requerida (área geográfica y área de implantación), número de trabajadores, capacidad de producción y jornada laboral.

Seguidamente se realizó la valoración ambiental enfocada en un acercamiento al estudio de impacto ambiental, considerando teóricamente todas las fases de la actividad que se va a desarrollar, se lo realizó mediante la utilización de la matriz de Leopold que es uno de los métodos más utilizados para la evaluación de impactos ambientales. Para la utilización de la Matriz de Leopold, el primer paso consiste en la identificación de las interacciones existentes, para lo cual, se debe tomar en cuenta todas las actividades que se desarrollarán en la planta aprovechadora de

EVALUACIÓN DE LA FACTIBILIDAD AMBIENTAL Y ECONÓMICA PARA LA CREACIÓN DE UNA PLANTA APROVECHADORA DE NEUMÁTICOS USADOS EN LA CIUDAD DE GUARANDA Y SUS ALREDEDORES.

NFU, estos serán colocados como títulos en forma de columnas (recogida, traslado, descarga, clasificación de neumáticos, lavado, secado, destalonado de neumáticos, triturado, almacenamiento, despacho, etc.). Posteriormente y para cada acción, se consideraron todos los factores ambientales que puedan ser afectados significativamente (medio físico, biótico y socioeconómico) ubicándolas en filas, trazando una diagonal en las cuadrículas donde se interceptan con la acción. La ponderación dependerá del criterio profesional de la persona que realiza la valoración que irá en una escala del 1 al 10 donde la magnitud representará la valoración del impacto en forma ascendente y va precedido por un signo positivo o negativo según criterio. La valoración de la importancia o relevancia del impacto se ve reflejada en la parte inferior derecha de la diagonal en la cuadrícula de interacción donde tiene una escala del 1 al 10 en orden creciente de importancia. Una vez llenas las cuadrículas el siguiente paso consiste en evaluar o interpretar los números colocados (García, 2004).

Para lograr el cumplimiento del cuarto objetivo se realizó un plan económico financiero en el programa Excel partiendo de un plan de inversión inicial, posteriormente se detalla una previsión de ingresos, gastos y resultados anuales. Para finalizar se elabora un cuadro resumen de previsiones de gastos e ingresos.

Análisis estadístico

El análisis estadístico fue descriptivo porque cuantificó la información arrojada mediante la técnica de recolección de datos y entrevistas, trabajando sobre realidades de hecho y su interacción con el medio. Se indicaron parámetros estadísticos de medias y medianas anuales para el sector automotor y generación de NFU.

EVALUACIÓN DE LA FACTIBILIDAD AMBIENTAL Y ECONÓMICA PARA LA CREACIÓN DE UNA PLANTA APROVECHADORA DE NEUMÁTICOS USADOS EN LA CIUDAD DE GUARANDA Y SUS ALREDEDORES.

Resultados

Como se mencionó en la tabla 1, el parque automotor de Guaranda y sus alrededores (San miguel y Chimbo) es de 11229 vehículos matriculados según datos publicados por el INEC para el año 2015 lo que genera un total de 22458 NFU anuales reflejados en la tabla 2.

Tabla 1. Parque Automotor y Número de Habitantes de Guaranda y sus Alrededores

AÑO 2015		Bolívar	Guaranda	San Miguel	Chimbo
	Número de Habitantes (hab)	209933	81643	27244	17406
Parque Automotor (autos)	18666	7259	2422	1548	
Parque Automotor Guaranda, San Miguel y Chimbo		11229 autos			

Fuente: INEC- Estadística de Transporte 2015

Tabla 2. Generación de Neumáticos Anual

Guaranda, San Miguel y Chimbo				
Número de Vehículos	Neumáticos por vehículo	Neumático en Uso	IGNU*	Neumáticos generados al año
11229	4	44916	0.5	22458

*Asumiendo que el cambio de neumáticos es cada dos años IGNU= 0.5

IGNU= Índice de Generación de Neumáticos Usados

Mediante una entrevista realizada a 28 vulcanizadoras y 16 tecnicentros mencionados en la tabla 3 se obtuvo como resultado para la generación mensual de neumáticos fuera de uso un valor máximo de 1666, y un valor mínimo mensual de 924 NFU, calculando un promedio de 1295 NFU mensuales, lo que represento un valor promedio anual de 15540 neumáticos fuera de uso.

**EVALUACIÓN DE LA FACTIBILIDAD AMBIENTAL Y ECONÓMICA PARA LA
CREACIÓN DE UNA PLANTA APROVECHADORA DE NEUMÁTICOS USADOS EN
LA CIUDAD DE GUARANDA Y SUS ALREDEDORES.**

Tabla 3. Resultados de la encuesta a propietarios de vulcanizadores y tecnicentros.

Generación de Neumáticos Fuera de Uso					
Vulcanizadoras y Tecnicentros		Cantidad máxima mensual	Cantidad mínima mensual	Promedio Mensual	Promedio Anual
Guaranda	Vulcanizadora el Galán	12	6	9	108
	Vulcanizadora 2	14	8	11	132
	Vulcanizadora 3	14	2	8	96
	Vulcanizadora Ruedas	14	10	12	144
	Vulcanizadora La Tachuela	18	10	14	168
	Vulcanizadora 6	16	8	12	144
	Vulcanizadora 7	18	10	14	168
	Vulcanizadora 8	20	10	15	180
	Vulcanizadora 9	14	4	9	108
	Vulcanizadora 10	14	6	10	120
	Vulcanizador 11	20	10	15	180
	Vulcanizadora El Master Llantas	10	4	7	84
	Vulcanizadora 13	22	6	14	168
	Tecnicentro Malán	80	40	60	720
	Auto Centro Guerrero´s	120	80	100	1200
	Mega Tecnicentro	100	60	80	960
	Núñez Auto Centros Guaranda	80	60	70	840
	Tecnicentro GoodYear	80	60	70	840
	Servicentro Amalie	100	50	75	900
	Tecnicentro Los Tomabelas	60	38	49	588
Lubricadora García Núñez	100	60	80	960	
San Miguel	Vulcanizadora Ramos	14	6	10	120
	Vulcanizadora Al Paso	16	8	12	144
	Vulcanizadora El Gato 2	12	6	9	108
	Vulcanizadora 4	16	8	12	144
	Vulcanizadora 5	8	0	4	48
	Vulcanizadora Martínez	18	10	14	168
	Vulcanizadora 7	10	4	7	84
	Vulcanizadora 8	18	10	14	168
	Vulcanizadora 9	12	4	8	96
	Gomera MG	60	40	50	600
	Tecnicentro Frenar	80	40	60	720
	Tecnicentro Doplím	60	30	45	540

**EVALUACIÓN DE LA FACTIBILIDAD AMBIENTAL Y ECONÓMICA PARA LA
CREACIÓN DE UNA PLANTA APROVECHADORA DE NEUMÁTICOS USADOS EN
LA CIUDAD DE GUARANDA Y SUS ALREDEDORES.**

Generación de Neumáticos Fuera de Uso					
Vulcanizadoras y Tecnicentros		Cantidad máxima mensual	Cantidad mínima mensual	Promedio Mensual	Promedio Anual
	Tecnicentro Ing. Vinicio Ramírez Cía. Ltda.	80	60	70	840
	Tecnicentro Automotriz Tecnocar	160	100	130	1560
Chimbo	Vulcanizadora 1	18	4	11	132
	Vulcanizadora 2	16	8	12	144
	Lubricadora y Vulcanizadora Enriquez	18	4	11	132
	Vulcanizadora Hermanos Taco Velazco	10	2	6	72
	Vulcanizadora 3	12	4	8	96
	Vulcanizadora 4	12	0	6	72
	Auto Punto Tecnicentro Express	20	4	12	144
	Ecológica Tecnicentro	30	10	20	240
	TecniMotors	40	20	30	360
	TOTAL (neumáticos)		1666	924	1295

Velastegui (2013) afirma que “El peso promedio de un NFU de transporte liviano es de 8 kg y del transporte pesado un peso promedio de 60 kg. Conociendo que el 70% de NFU pertenece a transporte liviano y el 30% a transporte pesado en el país”.

En la tabla 4 se refleja el total de neumáticos generados a través de vulcanizadoras y tecnicentros en Guaranda y sus alrededores el cual es de 15540 unidades de este valor se resta un 5% para uso artesanal y 12% para reencauche, dejando como resultado 12898 NFU al año y se estima reciclar el 95% de este total, dejando 12253 NFU a procesar al año lo que representaría un total de 289,2 toneladas. La planta recicladora fue diseñada en base a estos resultados.

Tabla 4. Materia prima disponible para la planta aprovechadora de NFU.

NFU EN GUARANDA Y SUS ALREDEDORES	
	NFU/año
NFU disponibles de vulcanizadoras	15540
Porcentaje de reencauche 12%	1865
Porcentaje para uso artesanal 5%	777

EVALUACIÓN DE LA FACTIBILIDAD AMBIENTAL Y ECONÓMICA PARA LA CREACIÓN DE UNA PLANTA APROVECHADORA DE NEUMÁTICOS USADOS EN LA CIUDAD DE GUARANDA Y SUS ALREDEDORES.

Estimado de llantas para procesar		12898		
Estimado a reciclar 95% NFU		12253		
Total NFU ANUAL	Porcentaje de NFU		Peso Promedio	
	Liviano	Pesado	Liviano (kg)	Pesado (kg)
	70%	30%	8	60
12253	8577	3676	68616	220560
			289176	
			289,2	Toneladas

El diseño de la planta recicladora de neumáticos se dimensionó para el procesamiento de 55 unidades de NFU diarios, con un tiempo de operación de la planta de 8 horas y 221 días hábiles de trabajo al año. Como se observa en el gráfico 2, el área geográfica es de 1500 m² en donde el área de implantación es de 1250 m², se escogió este dimensionamiento debido a que se prevé que la planta tenga una capacidad de tratamiento de aproximadamente 289,2 toneladas anuales, este valor se obtiene a partir de los datos suministrados mediante entrevistas a vulcanizadoras y tecnicentros de la generación de NFU en el sector de estudio.

300 m² para la zona de almacenamiento de materia prima, parqueaderos y baños, teniendo en cuenta que no solo los neumáticos generados en vulcanizadoras y tecnicentros serán almacenados sino también los NFU que permanecen en vertederos, calles e incluso en otras ciudades. Los parqueaderos tienen una capacidad para 8 vehículos y existe un baño femenino y un baño masculino. En este sector también se encuentra la zona de descarga de los camiones para bascular los neumáticos que van a ingresar a la planta.

600 m² para la zona de producción, es una nave de hormigón prefabricado de dimensiones en planta de 50 metros por 30 metros y una altura de 8 metros. En su interior se encuentra la

EVALUACIÓN DE LA FACTIBILIDAD AMBIENTAL Y ECONÓMICA PARA LA CREACIÓN DE UNA PLANTA APROVECHADORA DE NEUMÁTICOS USADOS EN LA CIUDAD DE GUARANDA Y SUS ALREDEDORES.

maquinaria del proceso de transformación de los neumáticos los cuáles son: Trituradora de caucho integral, máquina cortadora de paredes laterales y el removedor de alambre de acero.

300 m² para almacén de producto terminado, este sector se divide en tres zonas; una para contenedores de acero, zona para fibra textil (nylon) y silos de almacenamiento del GCR, en este sector también se encuentra la báscula de pesaje la cuál es utilizada a la entrada de la materia prima a las instalaciones como a la salida del producto acabado, en ambos casos se emite un certificado de pesaje para llevar un registro del flujo de material en la planta recicladora.

50 m² oficinas aquí se realizan todas las labores administrativas y registro de toda documentación, además de las labores de oficina técnica.

250 m² para ampliaciones futuras en caso de que el negocio aumente y se tenga acceso a una mayor cantidad de materia prima, se llegará a ampliar según las necesidades.

EVALUACIÓN DE LA FACTIBILIDAD AMBIENTAL Y ECONÓMICA PARA LA CREACIÓN DE UNA PLANTA APROVECHADORA DE NEUMÁTICOS USADOS EN LA CIUDAD DE GUARANDA Y SUS ALREDEDORES.

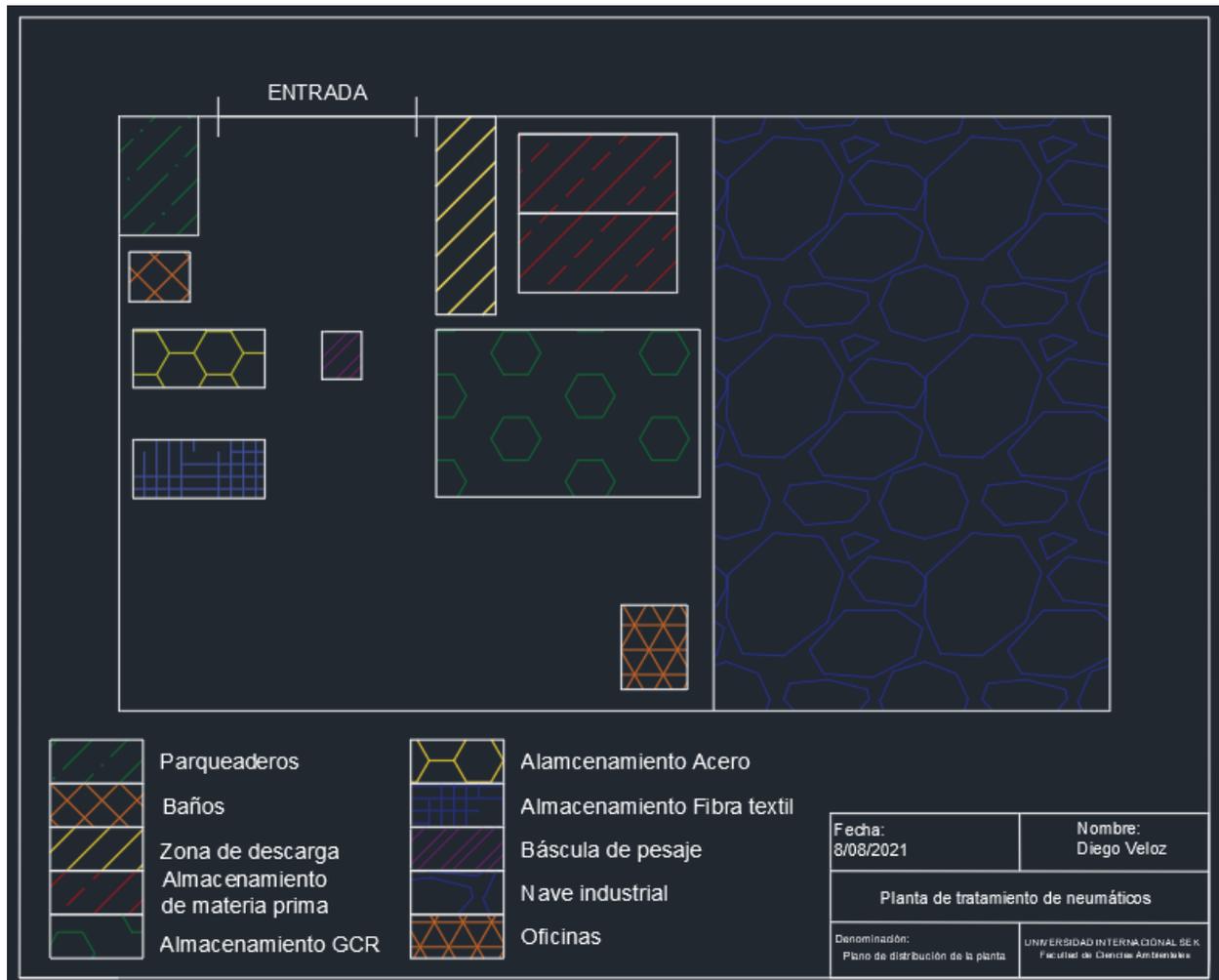


Gráfico 2. Diseño se la planta aprovechadora de NFU
Realizado por: Veloz, 2022

Con respecto a la maquinaria ubicada en la nave industrial como se observa en el gráfico 3 se prevé la adquisición de una destalonadora, triturador mecánico que destroce en pedazos hasta de 30cm, separador magnético (extractor de residuos metálicos), kit de mallas, silo para almacenamiento de los productos terminados, báscula tanto para recepción de materia prima como para despacho de productos terminados.

EVALUACIÓN DE LA FACTIBILIDAD AMBIENTAL Y ECONÓMICA PARA LA CREACIÓN DE UNA PLANTA APROVECHADORA DE NEUMÁTICOS USADOS EN LA CIUDAD DE GUARANDA Y SUS ALREDEDORES.

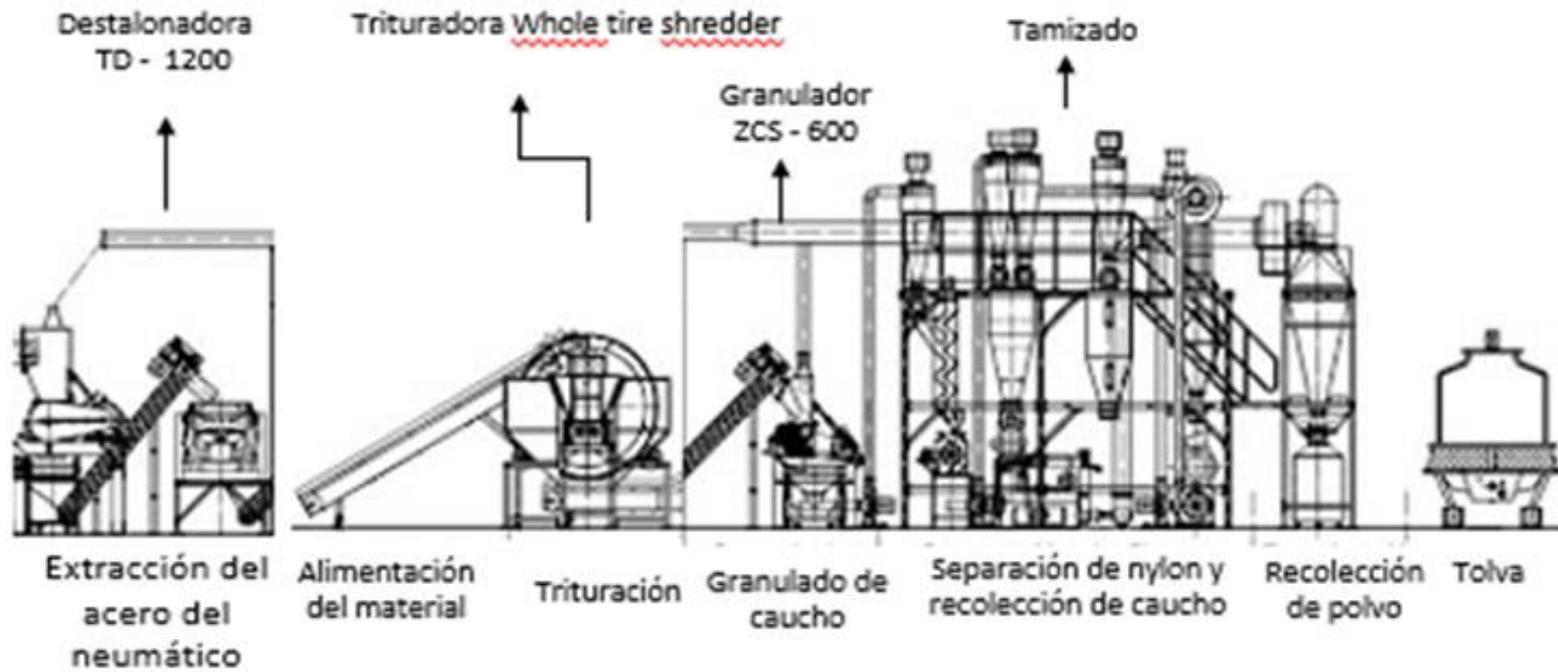


Gráfico 3. Diagrama de flujo
Realizado por: Veloz, 2022

EVALUACIÓN DE LA FACTIBILIDAD AMBIENTAL Y ECONÓMICA PARA LA CREACIÓN DE UNA PLANTA APROVECHADORA DE NEUMÁTICOS USADOS EN LA CIUDAD DE GUARANDA Y SUS ALREDEDORES.

La capacidad de producción estará en función del tipo de maquinaria; de la materia prima disponible (determinada por la capacidad de recolección de NFU, que en este caso iniciará en el 95% del total de NFU recolectados en las vulcanizadoras de Guaranda y sus alrededores); de la mano de obra disponible y del tamaño y peso de la llanta a reciclar (peso promedio 8 kg y 60 kg), en este caso. Al año se planteó la meta de reciclar 12253 neumáticos aproximadamente, con una jornada laboral de 8 horas diarias y 5 días a la semana, la capacidad de procesamiento de la planta debe ser de una tonelada por hora; en cuanto a la cantidad de personas a contratar es relativamente baja ya que la empresa es muy mecanizada, se contratarán 5 personas para iniciar, esperando a corto plazo, crecer a medida que aumente la materia prima disponible.

Como principal parámetro para la selección de maquinaria en primer lugar se realizó una comparación entre dos líneas de producción con sus respectivos equipos y se tomó en cuenta la potencia total de todo el proceso. Como se observa en la tabla 5 tomando en consideración el consumo energético se seleccionó como mejor opción la línea de producción 1. La línea de producción seleccionada cumple con las necesidades de la planta.

EVALUACIÓN DE LA FACTIBILIDAD AMBIENTAL Y ECONÓMICA PARA LA CREACIÓN DE UNA PLANTA APROVECHADORA DE NEUMÁTICOS USADOS EN LA CIUDAD DE GUARANDA Y SUS ALREDEDORES.

Tabla 5. Comparación líneas de producción

Línea de Producción 1			Línea de Producción 2			
Máquina	Cantidad	Potencia (kw)	Máquina	Cantidad	Potencia (kw)	Precio (\$)
Destalonadora	1	7,5	Cortadora super chooper	1	160	124000
Triturador de neumáticos	1	22 x 2	Alimentador TBF	1		18000
Banda transportadora que conecta el triturador de neumáticos con la trituradora de caucho	1	1,5	Molino Rasper MPR	1	132	132000
			Silo V4	1		8000
			Granuladora 1	1		92000
			Clasificador PC10	1	0,75	5000
Trituradora de caucho (Granulador)	1	132	Granulador 2	1	45	120000
			Clasificador PC15	1	1,5	5000
Pantalla vibradora principal	1	4	Aspiradora	1		9000
Separador magnético	1	1,1				
Pantalla vibradora secundaria	1	1,5				
Separador de fibra	1	1,1				
Tolva	1					
Cantidad Total		192,7	Cantidad Total		337	513000

Fuente: Polanía & Medina, 201

**EVALUACIÓN DE LA FACTIBILIDAD AMBIENTAL Y ECONÓMICA PARA LA
CREACIÓN DE UNA PLANTA APROVECHADORA DE NEUMÁTICOS USADOS EN
LA CIUDAD DE GUARANDA Y SUS ALREDEDORES.**

Una vez definida la línea de producción se realizó una comparación de tres diferentes modelos de equipo para cada proceso los cuáles fueron analizados según su costo, capacidad de producción y potencia, como se observa en la tabla 6 es económicamente viable su adquisición. Analizando los costos económicos este valor también es inferior comparado con la línea de producción 2.

Tabla 6. Comparación de Equipos por Proceso

Proceso de Destalonamiento			
Equipo	Costo (\$)	Capacidad Por Hora (Tn)	Potencia kw
Destalonadora TD-1200	7188	40	7,5
Destalonadora M830 LL	8500	30	9
Destalonadora TWC-512 RMB	8000	20	7

Fuente: Polanía & Medina, 2016; GIET,2021 ; LAUNCH, 2021

Proceso de Trituración de Neumáticos			
Equipo	Costo (\$)	Capacidad Por Hora (Tn)	Potencia
JLS S400	250000	0,5 - 2	7,5 kw*1
JLS S600	300000	2 - 5	4 - 15 kw*2
Whole Tire Shredder	229500	0,8-1,5	22 kw*2

Fuente: Vallen, 2013; Polanía & Medina, 2016

**EVALUACIÓN DE LA FACTIBILIDAD AMBIENTAL Y ECONÓMICA PARA LA
CREACIÓN DE UNA PLANTA APROVECHADORA DE NEUMÁTICOS USADOS EN
LA CIUDAD DE GUARANDA Y SUS ALREDEDORES.**

Proceso Trituración - Granulación			
Equipo	Costo (\$)	Capacidad Por Hora (Tn)	Potencia (kw)
ZCS 600	204250	2	132
ZCS 1400	320000	3	150
Pac Machinery Automatic Complete Plant 1200	350000	3	140

Fuente: Polanía & Medina, 2016; PACmachinery, 2019

Proceso de Tamizado			
Equipo	Costo (\$)	Capacidad Por Hora (Tn)	Potencia (kw)
ZEUS FTI-0550	20394	0,35	0,525
ZEUS FTI-0800	32000	0,8	1,1
ZEUS FTI-1500	50000	2,8	2

Fuente: Filtra Vibración S.L, 2020

Sistema de Almacenamiento		
Equipo	Costo (\$)	Capacidad (Tn)
Tolva Doble Mezclador Automático Industrial Machinery	15000	2
Tolva de Flujo Tubular	8500	1
Tolva con dosificador automático	7344	1,5

Fuente: Silverson, 2021; Prado Silos S.A, 2021; Camelway, 2021

Proceso de reciclaje

El proceso de producción que se seleccionó fue el de trituración mecánica (línea 1) siendo este el menos contaminante. Como se observa en el gráfico 3, el proceso de reciclaje de NFU empieza con la recepción de la materia prima posteriormente se dirige a la zona de pesaje y al área

EVALUACIÓN DE LA FACTIBILIDAD AMBIENTAL Y ECONÓMICA PARA LA CREACIÓN DE UNA PLANTA APROVECHADORA DE NEUMÁTICOS USADOS EN LA CIUDAD DE GUARANDA Y SUS ALREDEDORES.

de descarga de neumáticos en donde se realizan los procesos de clasificación, lavado y secado una vez concluida esta fase se realiza el respectivo almacenamiento. A continuación, se dirige a la nave industrial, realizando los siguientes procesos.

Destalonadora (tire de beader): En este proceso existe una extracción del alambre de acero del neumático; esto para proteger las cuchillas y aumentar la eficiencia de trituración. El modelo de la destalonadora es TD-1200, el tamaño de neumático de alimentación es <1200 mm, capacidad (neumáticos por hora) 40, Potencia 7,5 kw, Presión de trabajo 13 T, dimensiones 4,1 m x 1,3 m x 1,75 m y peso 1, 55 Ton (Polanía & Medina, 2016).



Gráfico 4. Destalonadora TD-1200
Fuente: Polanía & Medina, 2016

Trituradora de Neumáticos (Whole tire shredder): Aquí son trituradas en pedazos entre 15 y 30 cm. En este proceso de trituración o molido empieza la separación del acero y nylon. Los trozos de llanta caen del molino a una mesa vibratoria para culminar la separación del caucho, nylon y el acero. Tamaño de neumático de alimentación <900 mm, capacidad (Toneladas por hora) 0,8 – 1,5, potencia 22 kw x 2, dimensiones 2,8 m x 2,1 m x 2,4 m, peso 6,2 Ton (Polanía & Medina, 2016).

EVALUACIÓN DE LA FACTIBILIDAD AMBIENTAL Y ECONÓMICA PARA LA CREACIÓN DE UNA PLANTA APROVECHADORA DE NEUMÁTICOS USADOS EN LA CIUDAD DE GUARANDA Y SUS ALREDEDORES.



Gráfico 5. Trituradora Whole tire Shredder
Fuente: Polanía & Medina, 2016

Trituración Caucho - Granulación (ZCS 600): El caucho es nuevamente triturado para reducirlo a partículas en forma de grano y por vibración separar el caucho y la fibra textil (nylon) remanente, para ser retirada mediante una campana de aspiración que la deposita en un recipiente para su disposición final. Rotor 475 mm / 475 rpm, capacidad por hora hasta 2000 kg, motor 45 kw, peso 3400 kg y dimensiones (m.m) 1900 x 1250 (Polanía & Medina, 2016).



Gráfico 6. Trituradora-Granuladora ZCS 600
Fuente: Polanía & Medina, 2016

Tamizado (ZEUS FTI-550): Los granos de caucho en un 95% libre de acero son conducidos desde el rodillo magnético a una tercera mesa vibratoria en la que pasan por una última etapa de aspiración de la fibra textil (nylon) y a través de mallas de diferentes dimensiones, mientras van atravesando la mesa vibratoria se van separando en tres tamaños. La primera es para los granos

EVALUACIÓN DE LA FACTIBILIDAD AMBIENTAL Y ECONÓMICA PARA LA CREACIÓN DE UNA PLANTA APROVECHADORA DE NEUMÁTICOS USADOS EN LA CIUDAD DE GUARANDA Y SUS ALREDEDORES.

de mayor tamaño que no logran pasar mediante ninguna de las mallas (>3,35mm), la segunda para los granos con las dimensiones entre 1 y 3,35mm (malla 18 a malla 6) y finalmente para los menores a 0,84mm (malla 20). Los granos de mayor tamaño que no lograron pasar por ninguna malla son redirigidos a la trituradora - granuladora y los dos tipos de granos de caucho restantes pasan a través del sistema de transporte neumático a tolvas para su posterior empaque y pesaje que se realizará en sacos de 50 kg (0,05 Tn). El material así empacado es conducido a la zona de almacenamiento (Cardona, 2016).



Gráfico 7. Tamizadora ZEUS FTI-550
Fuente: Cardona, 2016

Analizando el gráfico 8 se puede observar el diagrama de procesos de la planta recicladora de neumáticos, reflejando en que fases hubo una generación de residuos. En el área de descarga de neumáticos en el proceso de lavado se pueden generar residuos de grasas y aceites en donde se colocaría una trampa de grasas ubicada en el punto generador permitiendo así una separación y recolección de grasas y aceites, evitando que estos residuos ingresen a la red de alcantarillado público. En el proceso de destalonado se genera alambre de acero del neumático el cuál es almacenado para su posterior empaque y venta. En las fases restantes del ciclo de producción no existe generación de residuos que necesiten algún tratamiento para su eliminación.

EVALUACIÓN DE LA FACTIBILIDAD AMBIENTAL Y ECONÓMICA PARA LA CREACIÓN DE UNA PLANTA APROVECHADORA DE NEUMÁTICOS USADOS EN LA CIUDAD DE GUARANDA Y SUS ALREDEDORES.

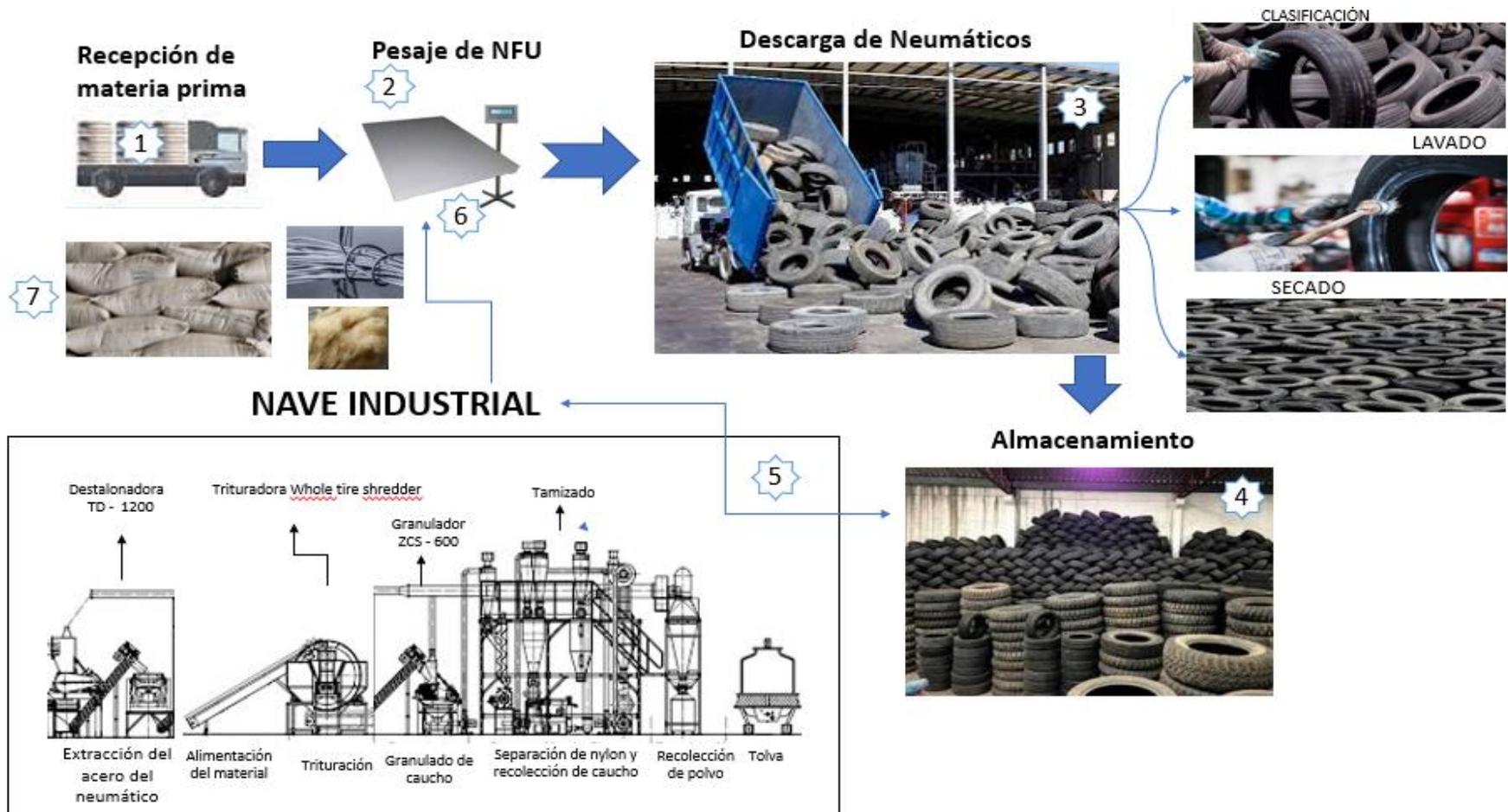


Gráfico 8. Diagrama de flujo
Realizado por: Veloz, 2022

EVALUACIÓN DE LA FACTIBILIDAD AMBIENTAL Y ECONÓMICA PARA LA CREACIÓN DE UNA PLANTA APROVECHADORA DE NEUMÁTICOS USADOS EN LA CIUDAD DE GUARANDA Y SUS ALREDEDORES.

La identificación de impactos ambientales propuesta es un acercamiento de la evaluación al estudio ambiental (tabla 7) se realizó mediante una matriz de doble entrada comparando la interacción que se produce entre los factores y las acciones ambientales obteniendo los impactos positivos y negativos calificados con respecto a su magnitud e importancia durante todas las actividades que se desarrollarán en la planta aprovechadora de NFU.

Tabla 7. Matriz de valoración de impactos ambientales

FACTORES AMBIENTALES		MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN POSIBLES IMPACTOS AMBIENTALES															Impacto Total	TOTAL	Comprobación			
		Acciones																				
		Fase de operación																				
		Recepción de materia prima	Descarga de NFU en la planta	Clasificación de NFU	Lavado de NFU	Secado de NFU	Almacenamiento	Destalonado	Trituración de NFU	Granulado	Ta mizado	Despacho de materiales para la venta	Uso de baños	Promedio (-)	Promedio (+)	Promedio aritmético	Impacto por componente					
MEDIO FÍSICO	Aire	0	-2	-2	-5	-2	-2	-4	-5	-4	-1	-2	0	10	-113		-29					
	Agua	0	0	0	-5	-2	0	0	0	0	0	0	-5	3	-56		-12					
	Suelo	0	-2	0	-4	-2	-2	0	-1	-1	-2	0	0	7	-44		-14					
	Ruido	0	0	0	0	0	0	-3	-3	-3	-3	0	-1	5	-38		-13					
	Desechos	4	0	0	-5	0	0	-2	0	0	0	0	-1	3	1	-13		-4				
MEDIO BIÓTICO	Flora	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0		0					
	Fauna	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0		0					
MEDIO SOCIOECONÓMICO	Salud y Seguridad	-2	-2	0	0	0	-3	0	-3	-3	-2	-4	0	7	-48	-48	-19					
	Economía	4	4	3	3	3	3	4	4	3	3	3	0	11	123	123	37					
Promedio (-)		1	3	1	4	3	3	3	4	4	4	2	3	35			T					
Promedio (+)		2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		12			T					
Promedio aritmético		22	6	5	-81	-13	-13	-15	-31	-23	-9	-3	-34		-189							
TOTAL		6	10	-2	12	1	5	22	-3	14	-4	13	-5	11	-8	13	-5	11	-3	7	-7	10
Comprobación		16	10	6	6	11	9	6	9	5	6	4	3	91								

Impactos Negativos Impactos Positivos

EVALUACIÓN DE LA FACTIBILIDAD AMBIENTAL Y ECONÓMICA PARA LA CREACIÓN DE UNA PLANTA APROVECHADORA DE NEUMÁTICOS USADOS EN LA CIUDAD DE GUARANDA Y SUS ALREDEDORES.

Observando la tabla 8 se evaluó el total de factores afectados de manera positiva y negativa arrojando un resultado del 25 % y 75 % respectivamente de un total de 48 factores ambientales.

Tabla 8. Afectación de impactos

Factores	N°
N° de factores impactados	48
N° de factores impactados positivo	12
N° de factores impactados negativo	36
% interacción cada acción	100%
% interacción cada acción (+)	25.0
% interacción cada acción (-)	75.0

Según la tabla 9 propuesta se evaluó el grado de significancia de los factores y actividades ambientales en un rango que va de menos 100 a 100 positivo diferenciados por su color respectivo.

Tabla 9. Niveles de importancia de los impactos

Rango	Características	Grado de significancia
81 – 100	E+	Muy significativo
61 – 80	D+	Significativo
41 – 60	C+	Medianamente significativo
21 – 40	B+	Poco significativo
0 – 20	A+	No significativo
(-) 1 – 20	A-	(-) No significativo
(-) 21 – 40	B-	(-) Poco significativo
(-) 41 – 60	C-	(-) Medianamente significativo
(-) 61 – 80	D-	(-) Significativo
(-) 81 – 100	E-	(-) Muy significativo

A través de la tabla 10 se obtuvo como resultado para los factores ambientales agua, suelo, ruido y desechos un impacto negativo no significativo; con respecto al aire resultó un impacto negativo poco significativo. Para el factor flora y fauna se obtuvo un impacto positivo no

EVALUACIÓN DE LA FACTIBILIDAD AMBIENTAL Y ECONÓMICA PARA LA CREACIÓN DE UNA PLANTA APROVECHADORA DE NEUMÁTICOS USADOS EN LA CIUDAD DE GUARANDA Y SUS ALREDEDORES.

significativo. En el medio socio económico para el factor salud y seguridad refleja un impacto negativo no significativo y para el factor económico un impacto positivo poco significativo.

Tabla 10. Nivel de significancia para factores ambientales

Medio	Factores Ambientales	Significancia	Grado
Físico	Aire	(-) Poco significativo	B-
	Agua	(-) No significativo	A-
	Suelo	(-) No significativo	A-
	Ruido	(-) No significativo	A-
	Desechos	(-) No significativo	A-
Biótico	Flora	No significativo	A+
	Fauna	No significativo	A+
Socioeconómico	Salud y Seguridad	(-) No significativo	A-
	Economía	Poco significativo	B+

Según lo reflejado en la tabla 11 la actividad de Recogida de NFU en vulcanizadoras y la clasificación de NFU generan un impacto positivo no significativo. Actividades como traslado, descarga, lavado, secado, destalonado, trituración de neumáticos fuera de uso, almacenamiento de materiales, despacho y uso de baños generan un impacto negativo no significativo.

Tabla 11. Nivel de significancia para actividades

Actividad	Significancia	Grado
Recogida de NFU en vulcanizadoras	No significativo	A+
Traslado de NFU a la planta	(-) No significativo	A-
Descarga de NFU en la planta	(-) No significativo	A-
Clasificación de NFU	No significativo	A+
Lavado de NFU	(-) No significativo	A-
Secado de NFU	(-) No significativo	A-
Destalonado	(-) No significativo	A-
Trituración de NFU	(-) No significativo	A-

EVALUACIÓN DE LA FACTIBILIDAD AMBIENTAL Y ECONÓMICA PARA LA CREACIÓN DE UNA PLANTA APROVECHADORA DE NEUMÁTICOS USADOS EN LA CIUDAD DE GUARANDA Y SUS ALREDEDORES.

Actividad	Significancia	Grado
Almacenamiento de materiales	(-) No significativo	A-
Despacho de materiales para la venta	(-) No significativo	A-
Trabajos administrativos	(-) No significativo	A-
Uso de baños	(-) No significativo	A-

La creación de una planta aprovechadora de neumáticos fuera de uso según el análisis mediante la matriz de Leopold generó un impacto ambiental negativo poco significativo por lo cual el tipo de permiso necesario para su funcionamiento es un Registro Ambiental en donde como requisito se debe generar un Plan de Manejo Ambiental.

Los indicadores para la evaluación económica de este proyecto fueron: los ingresos, egresos y tiempo de recuperación de capital; esto permitió conocer el rendimiento económico de la inversión y en base a esto conocer si es factible o no la creación de la planta aprovechadora en Guaranda y sus alrededores. Se decidió el alquiler de un galpón en lugar de su adquisición, en la cual realizaremos las adecuaciones de infraestructura, energía y servicios básicos para de esta manera tener una planta acorde a las necesidades del proyecto.

Plan Económico Financiero

Inversión inicial

Estuvo compuesta por la compra de activos fijos y los gastos de constitución con sus respectivos precios. Como se menciona para la inversión inicial no se consideró la compra de un terreno en lugar de esto se decidió alquilar un galpón e invertir en su infraestructura para que cuente con las condiciones óptimas para satisfacer las necesidades del proyecto.

EVALUACIÓN DE LA FACTIBILIDAD AMBIENTAL Y ECONÓMICA PARA LA CREACIÓN DE UNA PLANTA APROVECHADORA DE NEUMÁTICOS USADOS EN LA CIUDAD DE GUARANDA Y SUS ALREDEDORES.

Los activos fijos se refieren a maquinaria, muebles y equipos de oficina, adecuaciones de oficina y planta, instalación eléctrica, implementos de producción, equipos de protección personal y vehículos. Los gastos de constitución se incluyen gastos de notaría, coste de permisos, proyectos, etc. La inversión inicial aproximadamente es \$ 546122 dólares.

Tabla 12. Activo inicial

INVERSIÓN INICIAL	
ACTIVOS FIJOS	\$542392
GASTOS DE CONSTITUCIÓN	\$ 3730
Total (USD)	\$ 546122

Fuente: Investigación de mercado (ver anexo 1)

Ingresos

Tomando en cuenta los precios establecidos para la venta del caucho granulado, acero y textil en toneladas que se comercializará, obtendremos los siguientes resultados por año con un incremento anual de ventas promedio del 4% tomando como base el producto interno bruto (PBI) anual del Ecuador. Así el primer año se obtendrá un ingreso de \$ 92954,20 dólares y transcurrido un lapso de 10 años el ingreso será aproximadamente de \$ 132302,81 dólares.

EVALUACIÓN DE LA FACTIBILIDAD AMBIENTAL Y ECONÓMICA PARA LA CREACIÓN DE UNA PLANTA APROVECHADORA DE NEUMÁTICOS USADOS EN LA CIUDAD DE GUARANDA Y SUS ALREDEDORES.

Tabla 13. Total de producción y ventas anuales por un lapso de 10 años

Toneladas Anuales de NFU y sus subproductos												
AÑO	Material	Porcentaje	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Liviano	Caucho	70	48.03	49.96	51.95	54.03	56.19	58.44	60.78	63.21	65.74	68.37
68.62 (Tn)	Acero	25	17.16	17.84	18.55	19.30	20.07	20.87	21.71	22.57	23.48	24.42
	Nylon	5	3.43	3.57	3.71	3.86	4.01	4.17	4.34	4.51	4.70	4.88
Pesados	Caucho	75	165.42	172.04	178.92	186.08	193.52	201.26	209.31	217.68	226.39	235.44
220.56 (Tn)	Acero	25	55.14	57.35	59.64	62.03	64.51	67.09	69.77	72.56	75.46	78.48
	Nylon	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Precio de Venta												
		Precio (USD/Tn)										
Liviano	Caucho	350	16811.90	17484.38	18183.75	18911.10	19667.55	20454.25	21272.42	22123.31	23008.25	23928.58
	Acero	250	4288.75	4460.30	4638.71	4824.26	5017.23	5217.92	5426.64	5643.70	5869.45	6104.23
	Nylon	50	171.55	178.41	185.55	192.97	200.69	208.72	217.07	225.75	234.78	244.17
TOTAL			21272.20	22123.09	23008.01	23928.33	24885.47	25880.88	26916.12	27992.76	29112.47	30276.97
Pesado												
	Caucho	350	57897	60212.88	62621.40	65126.25	67731.30	70440.55	73258.18	76188.50	79236.04	82405.48
	Acero	250	13785	14336.40	14909.86	15506.25	16126.50	16771.56	17442.42	18140.12	18865.72	19620.35
	Nylon	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL			71682	74549.28	77531.25	80632.5	83857.8	87212.11	90700.6	94328.62	98101.77	102025.8
TOTAL USD ANUAL			92954.20	96672.37	100539.26	104560.83	108743.27	113093.00	117616.72	122321.39	127214.24	132302.81

EVALUACIÓN DE LA FACTIBILIDAD AMBIENTAL Y ECONÓMICA PARA LA CREACIÓN DE UNA PLANTA APROVECHADORA DE NEUMÁTICOS USADOS EN LA CIUDAD DE GUARANDA Y SUS ALREDEDORES.

Costos

Se ha considerado dentro de los costos del proyecto los que afectan directamente al proceso de producción hasta la venta final de los productos como el granulado de caucho, acero y textil; dentro de los cuales están los salarios, equipos de protección para el personal de planta, costos de materia prima y sus componentes de almacenaje, obteniendo como resultado un costo total de 42097,20 dólares.

Tabla 14. Costos operacionales

Costo de Operación	
Salario Jefe de Planta	13555.68
Salario de Operadores	13487.68
Salario de Chofer	6743.84
Equipos de Protección	1310
Implementos de Producción	1240
Diesel	5760
Total USD	\$ 42097.20

Fuente: Investigación de mercado (ver anexo 2)

Costos de materia prima

Para la adquisición de materia prima se tienen como alternativa adquirirla a un costo cero (\$0) y un valor de transporte de 480 dólares mensuales.

El ingreso anual aproximadamente es de \$ 92954, 20 dólares procesando un total de 12253 NFU y los costos operacionales \$42097,20 sumando los gastos de servicios básicos y alquiler del galpón tenemos un egreso total de \$ 66097,2 dólares; en donde, tendríamos una ganancia líquida anual de \$26857 dólares.

**EVALUACIÓN DE LA FACTIBILIDAD AMBIENTAL Y ECONÓMICA PARA LA
CREACIÓN DE UNA PLANTA APROVECHADORA DE NEUMÁTICOS USADOS EN
LA CIUDAD DE GUARANDA Y SUS ALREDEDORES.**

Tabla 15. Ganancia Anual de la planta aprovechadora de NFU

Ingresos y Egresos Anuales de la Planta Aprovechadora de NFU		
	° N NFU	Valor (USD)
Ingresos	12253	92954.2
Egresos	Costos de producción/operación	42097,2
	Servicios Básicos	9600
	Alquiler del Galpón	14400
	<i>Total de Egresos</i>	66097,2
Utilidad		26857

Fuente: Investigación de mercado (Anexo 2)

VAN y TIR

Para realizar el cálculo del VAN y TIR se trabajó con un flujo de ingresos, flujo de egresos, flujo de efectivo neto, tasa de interés del 10% y la inversión inicial. En la tabla 16 se detallan los valores.

Tabla 16. Flujo Efectivo Neto

INVERSIÓN INICIAL				546122.00	
FLUJO DE INGRESOS		FLUJO DE EGRESOS		FLUJO DE EFECTIVO NETO	
AÑO	VALOR	AÑO	VALOR	AÑO	VALOR
1	92954.20	1	66097.20	1	26857.00
2	96672.37	2	68741.09	2	27931.28
3	100539.26	3	71490.73	3	29048.53
4	104560.83	4	74350.36	4	30210.47
5	108743.27	5	77324.38	5	31418.89
6	113093.00	6	80417.35	6	32675.65
7	117616.72	7	83634.05	7	33982.67
8	122321.39	8	86979.41	8	35341.98
9	127214.24	9	90458.58	9	36755.66
10	132302.81	10	94076.92	10	38225.89

EVALUACIÓN DE LA FACTIBILIDAD AMBIENTAL Y ECONÓMICA PARA LA CREACIÓN DE UNA PLANTA APROVECHADORA DE NEUMÁTICOS USADOS EN LA CIUDAD DE GUARANDA Y SUS ALREDEDORES.

Una vez definidos los valores, se procedió a formular los datos de interés y realizar los cálculos mediante la siguiente fórmula (1) propuesta por (Rojo, 2018).

Tabla 17. Formulación de datos

Formulación de datos		Nomenclatura
f1=	26857.00	Flujo de efectivo neto del primer año
f2=	27931.28	Flujo de efectivo neto del segundo año
f3=	29048.53	Flujo de efectivo neto del tercer año
f4=	30210.47	Flujo de efectivo neto del cuarto año
f5=	31418.89	Flujo de efectivo neto del quinto año
f6=	32675.65	Flujo de efectivo neto del sexto año
f7=	33982.67	Flujo de efectivo neto del séptimo año
f8=	35341.98	Flujo de efectivo neto del octavo año
f9=	36755.66	Flujo de efectivo neto del noveno año
f10=	38225.89	Flujo de efectivo neto del décimo año
n=	10 años	Número de años
i=	10%	Tasa de interés
IO=	546122.00	Inversión inicial

VAN \$ 353959.38 al ser un valor positivo nos indica que el proyecto es viable, ya que el valor actual de los flujos es mayor al desembolso inicial (-\$546122).

$$(1) VAN = \frac{f1}{(1+i)^{n1}} + \frac{f2}{(1+i)^{n2}} + \frac{f3}{(1+i)^{n3}} + \frac{f4}{(1+i)^{n4}} + \frac{f5}{(1+i)^{n5}} + \frac{f6}{(1+i)^{n6}} + \frac{f7}{(1+i)^{n7}} + \frac{f8}{(1+i)^{n8}} + \frac{f9}{(1+i)^{n9}} + \frac{f10}{(1+i)^{n10}} - IO$$

**EVALUACIÓN DE LA FACTIBILIDAD AMBIENTAL Y ECONÓMICA PARA LA
CREACIÓN DE UNA PLANTA APROVECHADORA DE NEUMÁTICOS USADOS EN
LA CIUDAD DE GUARANDA Y SUS ALREDEDORES.**

$$VAN = \frac{26857.00}{(1 + 0.10)^{10^1}} + \frac{27931.28}{(1 + 0.10)^{10^2}} + \frac{29048.53}{(1 + 0.10)^{10^3}} + \frac{30210.47}{(1 + 0.10)^{10^4}} + \frac{31418.89}{(1 + 0.10)^{10^5}}$$

$$+ \frac{32675.65}{(1 + 0.10)^{10^6}} + \frac{33982.67}{(1 + 0.10)^{10^7}} + \frac{35341.98}{(1 + 0.10)^{10^8}} + \frac{36755.66}{(1 + 0.10)^{10^9}}$$

$$+ \frac{38225.89}{(1 + 0.10)^{10^{10}}} - 546122.00$$

$VAN = \$ 353959.38$

La TIR parte igualmente del flujo de efectivo neto, e identificó la tasa de interés que convierte al VAN en cero arrojando como resultado 42% lo que refleja que es un proyecto de inversión rentable económicamente

$$VAN = \frac{f1}{(1 + i)^{n^1}} + \frac{f2}{(1 + i)^{n^2}} + \frac{f3}{(1 + i)^{n^3}} + \frac{f4}{(1 + i)^{n^4}} + \frac{f5}{(1 + i)^{n^5}} + \frac{f6}{(1 + i)^{n^6}} + \frac{f7}{(1 + i)^{n^7}}$$

$$+ \frac{f8}{(1 + i)^{n^8}} + \frac{f9}{(1 + i)^{n^9}} + \frac{f10}{(1 + i)^{n^{10}}} - IO$$

$$0 = \frac{26857.00}{(1 + i)^{10^1}} + \frac{27931.28}{(1 + i)^{10^2}} + \frac{29048.53}{(1 + i)^{10^3}} + \frac{30210.47}{(1 + i)^{10^4}} + \frac{31418.89}{(1 + i)^{10^5}} + \frac{32675.65}{(1 + i)^{10^6}} + \frac{33982.67}{(1 + i)^{10^7}}$$

$$+ \frac{35341.98}{(1 + i)^{10^8}} + \frac{36755.66}{(1 + i)^{10^9}} + \frac{38225.89}{(1 + i)^{10^{10}}} - 546122.00$$

$i = 0.42$

TIR = 42%

Período de Recuperación

Este cálculo se lo realizo mediante la fórmula (2) propuesta por Van Horne & Wachowicz.

$$(2) \quad PR = a + \frac{(b-c)}{d}$$

Donde:

a= Año inmediato anterior en que se recupera la inversión

EVALUACIÓN DE LA FACTIBILIDAD AMBIENTAL Y ECONÓMICA PARA LA CREACIÓN DE UNA PLANTA APROVECHADORA DE NEUMÁTICOS USADOS EN LA CIUDAD DE GUARANDA Y SUS ALREDEDORES.

b= Inversión inicial

c= Acumulado efectivo del año inmediato anterior en el que se recupera la inversión

d= Flujo efectivo del año en el que se recupera la inversión (Van Horne & Wachowicz, 2012)

Comprobando que la inversión inicial se cubriría en un lapso de 5 años 4 meses y 17 días.

Tabla 18. Período de Recuperación

PERIODO DE RECUPERACIÓN		
Año	Flujo (USD)	Acumulado (USD)
0	\$546,122.00	
1	\$92,954.20	\$92,954.20
2	\$96,672.37	\$189,626.57
3	\$100,539.26	\$290,165.83
4	\$104,560.83	\$394,726.66
5	\$108,743.27	\$503,469.93
6	\$113,093.00	\$616,562.93
7	\$117,616.72	\$734,179.65
8	\$122,321.39	\$856,501.04
9	\$127,214.24	\$983,715.28
10	\$132,302.81	\$1,116,018.09
PR=	5.38	Años
5 años	4 meses	17 días

Discusión

Se evidenció que la creación de una planta aprovechadora de NFU en la ciudad de Guaranda y sus alrededores es factible tanto ambiental como económicamente, ya que los neumáticos fuera de uso en Ecuador son uno de los desechos que en la actualidad presentan una incorrecta disposición final debido a una ausencia de una legislación específica lo que ha provocado que los NFU una vez concluida su vida útil, sean depositados directamente a botaderos o simplemente

EVALUACIÓN DE LA FACTIBILIDAD AMBIENTAL Y ECONÓMICA PARA LA CREACIÓN DE UNA PLANTA APROVECHADORA DE NEUMÁTICOS USADOS EN LA CIUDAD DE GUARANDA Y SUS ALREDEDORES.

acumulados sin ningún tipo de control, la implementación de la planta recicladora es un aporte importante como solución a los problemas ambientales del sector ya que se les dará un aprovechamiento al 100% ; en todo el proceso de implementación y producción existe un impacto ambiental negativo poco y no significativo que no es representativo comparando con todos los beneficios ambientales que conlleva aprovechar este residuo. Además de ser parte de la solución a los problemas ambientales también representa beneficios económicos y sociales, en tan solo el lapso de 5 años 4 meses 17 días, la inversión inicial es recuperada en su totalidad y los costos de producción y mantenimiento de la planta se pagan por sí solos, todo esto gracias a que la materia prima es un residuo que no tiene valor de adquisición más que un porcentaje mínimo por el transporte y adicionalmente a todo lo expuesto anteriormente será una nueva fuente de trabajo, en un estudio realizado en Bogotá para analizar la factibilidad ambiental y financiera del aprovechamiento de NFU realizada por Campos & Duarte, en su caso determinaron que no es rentable de acuerdo a los resultados del estudio financiero, pero ambiental y teóricamente indica que existen beneficios y logra satisfacer las necesidades de la sociedad reduciendo los impactos negativos, según sus criterios, la transformación de los NFU's por medio de la trituración es factible, lo cual demuestra que es una alternativa para solucionar las posibles externalidades que se presentan por los impactos ambientales relacionados a la inadecuada disposición final.

En la ciudad de Guayaquil Castro (2015) realizó un Estudio de Factibilidad de Creación de una Empresa Recicladora de Neumáticos Desechados, para la Producción de Caucho Modificador de Asfalto, esta investigación arrojó resultados satisfactorios En el estudio de mercado se determinó que la brecha de la demanda es amplia, llegando a requerir 47.947 toneladas de polvo de neumático, y los productores que existen en la región no llegarían a abastecer esta demanda. Por lo que, nuestro

EVALUACIÓN DE LA FACTIBILIDAD AMBIENTAL Y ECONÓMICA PARA LA CREACIÓN DE UNA PLANTA APROVECHADORA DE NEUMÁTICOS USADOS EN LA CIUDAD DE GUARANDA Y SUS ALREDEDORES.

proyecto entraría a cubrir el 4% del mercado en cuestión, dejando así espacio para el crecimiento del proyecto, inclusive evitando que la posible futura competencia afecte el desenvolvimiento de la planta. Además, es un sitio en donde la materia prima está al alcance y el producto polvo de neumático es requerido. Por otro lado, la disponibilidad de la mano de obra y personal calificado es un beneficio. Así también, la maquinaria y equipo de la planta y su proceso productivo no generan polución al ambiente. En materia ambiental, los programas y normativa política benefician el emprendimiento del presente proyecto, lo cual resulta atractivo para los inversionistas debido a las oportunidades que existen en el medio por tocar el tema ecológico, mediante la explotación del reciclaje. Se prepararon los Estados Financieros, mostrando que las utilidades líquidas de la empresa para el primer periodo representarán el 30% de las ventas totales, alcanzando el 33% para el último periodo. Lo cual demuestra que se cumple la generación de rentabilidad.

Un plan de negocio diseñado por Arenas, et al (2007) para la creación de una Planta de reciclado de neumáticos fuera de uso en Ecuador, representa un proyecto altamente rentable, con un plazo de recuperación de la inversión de 3,2 años, y que tiene en la gran tesorería que aporta desde el primer ejercicio uno de sus atractivos inversores. Es un negocio seguro y la cuenta de resultados y el balance que aporta es sencillamente espectacular. Rodríguez, Benalcázar & León (2013) realizaron un Estudios de Factibilidad para la Creación de una Planta recicladora de Neumáticos Usados en la Ciudad de Guayaquil. En términos económicos a través del cálculo de la tasa interna de retorno y del valor actual neto, el proyecto indica ser económicamente factible en el mercado; el VAN del proyecto está en 344,610.00 USD que hace que el inversionista recupere pronto su inversión en un tiempo de 1.15 años; con respecto al ámbito ambiental, el desarrollo del proyecto tiene un impacto indirecto altamente positivo para el medio ambiente al contribuir con

EVALUACIÓN DE LA FACTIBILIDAD AMBIENTAL Y ECONÓMICA PARA LA CREACIÓN DE UNA PLANTA APROVECHADORA DE NEUMÁTICOS USADOS EN LA CIUDAD DE GUARANDA Y SUS ALREDEDORES.

darle un destino final controlado al residuo de los neumáticos fuera de uso. Se reducirá en un número importante la cantidad de neumáticos que van a parar a botaderos de basura y terrenos abandonados, al reducir el número de neumáticos fuera de uso que van a parar a terrenos abandonados también se estaría eliminando una fuente de criadero de roedores y mosquitos los cuales son transmisores de enfermedades que afectan gravemente la salud de la comunidad. Mediante un análisis ambiental de la planta de reciclaje de neumáticos, esta genera un impacto ambiental moderado hacia su entorno, esto es normal en todo proceso productivo, pero esto es largamente superado por el beneficio que una planta de estas características aporta a la comunidad.

En base a todo lo expuesto y demostrado en diferentes estudios de investigación que siguen la misma línea de nuestro trabajo investigativo se concluye que es totalmente factible la creación de una planta aprovechadora de neumáticos en la ciudad de Guaranda y sus alrededores.

Conclusiones

La generación de NFU a través del análisis del parque automotriz fue de 22458 unidades, realizando una encuesta a vulcanizadoras y tecnicentros del sector se tuvo una estimación de generación anual de 15540 NFU en donde el 70% correspondió a transporte liviano y el 30% restante a transporte pesado. La planta aprovechadora de neumáticos que sirva a la ciudad de Guaranda y sus alrededores (San miguel y Chimbo) tendrá una capacidad mínima aproximada para reciclar de 12253 NFU anualmente lo que representa 289,12 toneladas de materia prima disponible. Adquirida a un costo cero con un mínimo gasto de transporte.

Teniendo en cuenta la oferta pronosticada de neumáticos fuera de uso, el área total establecida para la planta aprovechadora fue de 1500 m² y el proceso de reciclaje diseñado tiene la capacidad de procesar mínimo al año 12253 NFU , los cuales hacen referencia a la cantidad de

EVALUACIÓN DE LA FACTIBILIDAD AMBIENTAL Y ECONÓMICA PARA LA CREACIÓN DE UNA PLANTA APROVECHADORA DE NEUMÁTICOS USADOS EN LA CIUDAD DE GUARANDA Y SUS ALREDEDORES.

neumáticos usados disponibles actualmente. La selección de procesos, maquinaria y equipos se la realizó bajo criterios de economía, espacio y menor consumo de energía optando por el proceso de trituración mecánica.

Mediante el análisis de la matriz de valoración de impactos de la planta aprovechadora de neumáticos esta generó un impacto ambiental negativo poco significativo a su entorno, lo cual es normal en todo proceso productivo, pero esto es largamente superado por el beneficio que una planta de este tipo brinda a la comunidad como por ejemplo la generación de empleo directo a alrededor de cinco personas las cuales laboraran en la planta.

Analizando los datos obtenidos del estudio financiero, el proyecto fue factible desde el punto de vista económico cuenta con un tiempo de retorno de inversión de 5 años 4 meses 17 días, los costos de producción se pagan por sí solos quedando anualmente una ganancia extra de 26857 dólares lo que convierte al proyecto como una alternativa de inversión interesante y real. Además, la planta recicladora de neumáticos cumple a la par una función social y ecológica, generando empleos y retirando del medio ambiente neumáticos usados mejorando así las condiciones de agua, aire, tierra elevando la calidad de vida de sus habitantes.

Al trabajar conjuntamente en un estudio de factibilidad ambiental y viabilidad financiera permite conocer resultados integrados, lo cual demuestra que un proyecto debe ser visto de diferentes enfoques para poder tener en cuenta todas las variables posibles y que sus resultados satisfagan a la sociedad en todos los ámbitos.

Recomendaciones

EVALUACIÓN DE LA FACTIBILIDAD AMBIENTAL Y ECONÓMICA PARA LA CREACIÓN DE UNA PLANTA APROVECHADORA DE NEUMÁTICOS USADOS EN LA CIUDAD DE GUARANDA Y SUS ALREDEDORES.

Incentivar a la ciudadanía para que haga conciencia con el cuidado del medio ambiente y de esta manera promover el reciclaje de neumáticos, generando más puestos de trabajo y nuevas oportunidades de inversión.

Implementar el modelo de la planta aprovechadora de neumáticos fuera de uso, buscando socios capitalistas que deseen invertir, teniendo en cuenta que el reciclaje en el país es una actividad mínimamente explotada y representa todas las oportunidades para ser un gran apoyo al sector industrial.

Crear un plan de contingencia de todos los riesgos que se puedan suscitar en el proceso productivo, con el fin de evitar accidentes laborales.

Estudiar los diferentes mercados que utilicen los granos de caucho reciclado como canchas sintéticas, productoras de pisos para gimnasio, parques infantiles, en la región y ciudades aledañas, con el fin de expandir el portafolio de productos,

EVALUACIÓN DE LA FACTIBILIDAD AMBIENTAL Y ECONÓMICA PARA LA CREACIÓN DE UNA PLANTA APROVECHADORA DE NEUMÁTICOS USADOS EN LA CIUDAD DE GUARANDA Y SUS ALREDEDORES.

Bibliografía

ANDES. (17 de 07 de 2015). *www.andes.info.ec*. Obtenido de *www.andes.info.ec*

Cardona, P. (2016). *Estudio de Factibilidad para la Creación de una Planta de Producción de Granos de Caucho (GCR) mediante el Reciclaje de Llantas fuera de uso*. Pereira: Universidad Tecnológica de Pereira.

Castro, V. (2015). *Estudio de Factibilidad de Creación de una Empresa Recicladora de Neumáticos Desechados, para la Producción de Caucho Modificador de Asfalto, en la Provincia de Guayas*. Guayaquil: Universidad de Guayaquil.

CEAMSE. (05 de 01 de 2015). *CEAMSE*. Obtenido de *www.ceamse.gov.ar*

Cerezo, S. J., & Espinoza, M. A. (2015). *Estudio de la factibilidad para la Producción y Comercialización de Bolsos Ecológicos Elaborados del Caucho de Neumáticos Reciclados para la Parroquia Tarqui de la Ciudad de Guayaquil*. Guayaquil: Universidad de Guayaquil.

Diario El Universo. (2021). *2,4 millones de neumáticos se desechan cada año en Ecuador*. Guayaquil: El Universo.

EFEverde. (17 de 07 de 2015). *www.efeverde.com*. Obtenido de <http://www.efeverde.com/noticias/mezclas-bituminosas-caucho-signus/>

EVALUACIÓN DE LA FACTIBILIDAD AMBIENTAL Y ECONÓMICA PARA LA CREACIÓN DE UNA PLANTA APROVECHADORA DE NEUMÁTICOS USADOS EN LA CIUDAD DE GUARANDA Y SUS ALREDEDORES.

El Comercio. (08 de 02 de 2015). *www.elcomercio.com*. Obtenido de <http://www.elcomercio.com/tendencias/reciclaje-ecuadorcontaminacion-basura-playas.html>

García, L. A. (2004). *Metodologías de evaluación del impacto ambiental*. Barcelona: Universidad Politécnica de Catalunya.

Gobierno Provincial de Bolívar. (2021). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial*. Guaranda: Gobierno Provincial de Bolívar.

INEC. (2010). *Instituto Nacional de Estadística y Censos*. Ecuador. Obtenido de www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Bibliotecas/Fasciculos_Censales/Fasc_Cantoniales/Bolivar/Fasciculo_Guaranda.pdf

López, A., & Pineda, S. (2017). *Diseño de un Proceso de Producción basado en la Trituración Mecánica para el Aprovechamiento de las Llantas fuera de uso en Santiago de Cali*. Cali: Pontificia Universidad Javeriana.

Metodologías de evaluación de impacto ambiental. (s.f.). Obtenido de <http://www.scielo.org.co/>

Palacio, P. A., & Vargas, N. A. (2017). *Estudio de Factibilidad de Proyecto de Creación de Empresa de Reciclaje de Llantas de Gran Tamaño*. Medellín: Universidad EAFIT.

Polanía, A. F., & Medina, J. S. (2016). *Estudio de Factibilidad para la Creación de una Planta de Trituración de Neumáticos Usados en el Departamento de Risaralda*. Pereira: Universidad Tecnológica de Pereira.

Rojo, A. A. (2018). *Valoración de Empresas y Gestión Basada en Valor*. España: Paraninfo.

EVALUACIÓN DE LA FACTIBILIDAD AMBIENTAL Y ECONÓMICA PARA LA CREACIÓN DE UNA PLANTA APROVECHADORA DE NEUMÁTICOS USADOS EN LA CIUDAD DE GUARANDA Y SUS ALREDEDORES.

Saavedra, S. D., & Guilombo, J. D. (2017). *Comparación del Rendimiento Energético entre la Molienda Mecánica y la Molienda Criogénica Aplicada a los Neumáticos Fuera de Uso (NFU)*. Bogotá: Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

Van Horne, J., & Wachowicz, J. (2012). *Fundamentos de administración financiera*. México: PEARSON.

Velasteguí, A. I. (2013). *Estudio de Factibilidad para la Implementación de una Planta Recicladora y Procesadora de Caucho Derivado de Neumáticos Usados, para la Elaboración de Pisos para Ambientes Internos y Externos, en la Ciudad de Santa Rosa, Provincia del Oro*. Loja: Universidad Nacional de Loja.

**EVALUACIÓN DE LA FACTIBILIDAD AMBIENTAL Y ECONÓMICA PARA LA
CREACIÓN DE UNA PLANTA APROVECHADORA DE NEUMÁTICOS USADOS EN
LA CIUDAD DE GUARANDA Y SUS ALREDEDORES.**

ANEXO 1. Inversión Inicial

Detalle de Maquinaria y Equipos			
Nombre	Cantidad	Valor Unitario	Valor total
Destalonadora TD-1200	1	7188	7188
Triturador de neumáticos	1	29500	229500
Banda Transportadora	1	2000	2000
Trituradora de caucho integral TS-900 (Granulador)	1	448800	204250
Sistema de Tamizado	1	13050	13050
Tolva	1	7344	7344
Total USD			463332
Detalle de Muebles y Equipos de Oficina			
Nombre	Cantidad	Valor Unitario	Valor total
Anaqueles	2	150	300
Sillas	10	30	300
Escritorios	2	250	500
Impresoras	1	200	200
Materiales de Oficina	1	100	100
Computador Escritorio HP	1	500	500
Computadora Portátil	2	250	500
Total USD			2400
Detalle de Adecuaciones Oficina y Planta			
Nombre	Cantidad	Valor Unitario	Valor total
Administrativas	1	250	250
Baños	1	150	150
Área de maquinaria	1	2500	2500
Área de carga y descarga	1	600	600
Bodega de NFU	1	300	300
Bodega de productos	1	200	200
Pozo Séptico	1	1500	1500
Total USD			5500
Detalle de Instalación Eléctrica			
Nombre	Cantidad	Valor Unitario	Valor total
Transformador 1000KVA	1	1500	1500
Adecuación eléctrica oficina y planta	1	10000	10000
Total USD			11500

**EVALUACIÓN DE LA FACTIBILIDAD AMBIENTAL Y ECONÓMICA PARA LA
CREACIÓN DE UNA PLANTA APROVECHADORA DE NEUMÁTICOS USADOS EN
LA CIUDAD DE GUARANDA Y SUS ALREDEDORES.**

Detalle de Implementos de Producción			
Nombre	Cantidad	Valor Unitario	Valor total
Balanza electrónica 5 Tn	1	850	850
Total USD			850

Detalle de Equipos de Protección			
Nombre	Cantidad	Valor Unitario	Valor total
Cascos	5	7	35
Protectos Auditivos	5	5	25
Señalética	1	150	150
Extintores	1	1000	1000
Botiquin de Primeros Auxilios	1	100	100
Total USD			1310

Detalle de Vehículos			
Nombre	Cantidad	Valor Unitario	Valor total
Camion HINO 11 Tn	1	35000	35000
Montacargas 5 Tn	5	4500	22500
Total USD			57500

Gastos de Constitución			
Nombre	Cantidad	Valor Unitario	Valor total
Registro Mercantil	1	380	380
Permiso de Funcionamiento	1	350	350
Documentación Legal	1	500	500
Honorarios de Abogados	1	1500	1500
Permisos Sanitarios	1	1000	1000
Total USD			3730

Activos Fijos	
Maquinaria	463332
Muebles y equipos de oficina	2400
Adecuaciones Oficina y Planta	5500
Instalación eléctrica	11500
Implementos de Producción	850
Equipos de Protección Personal	1310
Vehículos	57500
Total USD	542392

**EVALUACIÓN DE LA FACTIBILIDAD AMBIENTAL Y ECONÓMICA PARA LA
CREACIÓN DE UNA PLANTA APROVECHADORA DE NEUMÁTICOS USADOS EN
LA CIUDAD DE GUARANDA Y SUS ALREDEDORES.**

ANEXO 2. Costos

Detalle de Implementos de Producción					
Cantidad	Unidad	Descripción	Valor Unitario	Valor Total	
500	Unidades	Sacos	0.6	300	
10	Rollos	Piolas	4	40	
30	Canecas	Aditivos de Limpieza	30	900	
Total USD				1240	
Detalle de Combustible					
Cantidad	Unidad	Descripción	Valor Unitario	Valor Mensual	Valor Total
300	Galones	Diesel	1.6	480	5760
TOTAL USD					5760
Detalle de Sueldos y Salarios del Personal					
Unidad	Cargo	Sueldo Mensual	Anual con Beneficios (Décimos, Iess)		
1	Jefe de Planta	800	13555.68		
1	Secretaria	400	6743.84		
2	Operadores	400	13487.68		
1	Chofer	400	6743.84		
TOTAL USD			40531.04		
Alquiler de Galpón					
Descripción			Valor mensual	Valor anual	
Infraestructura de 1500 m2			1200	14400	
Gastos Operativos					
Detalle de Servicios Básicos e Internet					
Descripción			Valor mensual	Valor Anual	
Agua			150	1800	
Luz			600	7200	
Teléfono_Internet			50	600	
TOTAL USD				9600	